

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-144251

(43)Date of publication of application : 29.05.1998

(51)Int.Cl.

H01J 43/24

H01J 1/32

(21)Application number : 08-295189

(71)Applicant : HAMAMATSU PHOTONICS KK

(22)Date of filing : 07.11.1996

(72)Inventor : ARAGAKI MINORU

HIROHATA TORU

SUGA HIROBUMI

YAMADA MASAMI

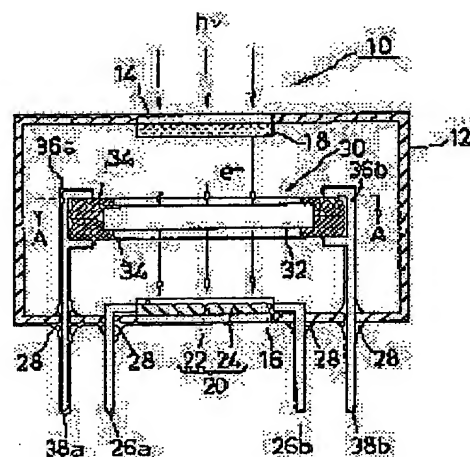
## (54) TRANSMISSION TYPE SECONDARY ELECTRON SURFACE AND ELECTRON TUBE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a transmission type photoelectric surface and an electron tube, which multiplies secondary electrons with a high secondary electron generating efficiency, and can detect the position concerned.

**SOLUTION:** The electron tube is equipped in the inside of its air tight container 12 with a negative electrode 18 formed out of a photo-electron emitting surface, a positive electrode 20 kept at positive in voltage with respect to the negative electrode 18, and with a transmission type secondary electron surface 30 which is interposed between the negative electrode 18 and the positive electrode 20, and efficiently secondary-electron-multiplies electrons from the negative electrode 20, the transmission type secondary electron surface 30 is provided with a multi-crystal diamond thin film 32, and with a reinforcing frame 34 reinforcing the stiffness of the thin film, and the positive electrode 20 possesses

fluorescent body 22 which emits light by letting multiplied two dimensional electrons come in response to two dimensional electrons emitted from the negative electrode 18. In this constitution, since the multiplied two-dimensional electrons incident on the positive electrode 20 at each position corresponding to each position of the two dimensional electrons at the negative electrode 18, the two dimensional electrons from the negative electrode 18 can thereby be imaged.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

19.05.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)                      (12) 公 開 特 許 公 報 (A)                      (11)特許出願公開番号  
特開平10-144251  
(43)公開日 平成10年(1998) 5月29日

(51)Int.Cl.<sup>4</sup>                      識別記号                      F I  
H 0 1 J 43/24                      H 0 1 J 43/24  
1/32                                      1/32

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 5 頁)

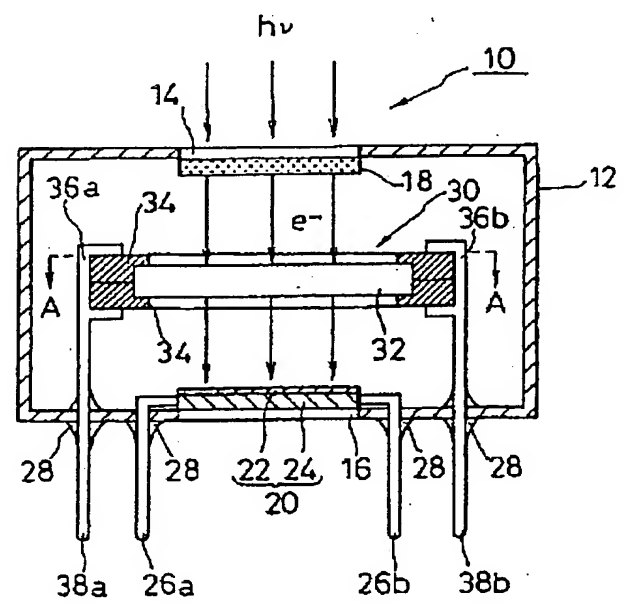
(21)出願番号	特願平8-295189	(71)出願人	000236436 浜松ホトニクス株式会社 静岡県浜松市市野町1126番地の1
(22)出願日	平成8年(1996)11月7日	(72)発明者	新垣 実 静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ トニクス株式会社内
		(72)発明者	廣畑 徹 静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ トニクス株式会社内
		(72)発明者	菅 博文 静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ トニクス株式会社内
		(74)代理人	井理士 長谷川 芳樹 (外3名) 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 透過型2次電子面及び電子管

(57)【要約】

【課題】 高い2次電子生成効率をもって2次電子増倍を行うと共に位置検出の可能な透過型光電子面及び電子管を提供することを目的とする。

【解決手段】 本発明の電子管では、気密容器12内に、光電子放出面からなる陰極18と、陰極18に対して正の電圧が保持された陽極20と、陰極18と陽極20との間に配置され、陰極20からの電子を効率よく2次電子増倍する透過型2次電子面30とが備えられ、透過型2次電子面30は多結晶ダイヤモンド薄膜32と、薄膜の剛性を補うための補強枠34とを有し、陽極20は透過型2次電子面30により陰極18から放出される2次元電子に対応して増倍された増倍2次元電子が入射することにより発光する蛍光体22を有している。この構成では、陰極18からの2次元電子の位置に対応した位置の陽極20に増倍2次元電子電子が入射するので、陰極18からの2次元電子を画像化することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ダイヤモンド又はダイヤモンドを主成分としたものからなる薄膜と、

前記薄膜の剛性を補うためにこの薄膜に取り付けられる補強手段とを有する透過型2次電子面。

【請求項2】 前記薄膜は多結晶からなることを特徴とする請求項1に記載の透過型2次電子面。

【請求項3】 前記薄膜がポーラス状の各々独立した粒子の集合体からなることを特徴とする請求項1に記載の透過型2次電子面。

【請求項4】 前記補強手段は、前記薄膜の周縁部に取り付けられた補強枠であることを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載の透過型2次電子面。

【請求項5】 電子が放出される陰極と、

前記陰極に対して正の電圧が保持された陽極と、

前記陰極と前記陽極との間に配置され、前記陰極から放出される電子を2次電子増倍するための透過型2次電子面と、

前記陰極、前記陽極及び前記透過型2次電子面を収容するための気密容器と、とを備え、

前記透過型2次電子面はダイヤモンド又はダイヤモンドを主成分としたものからなる薄膜と、

前記薄膜の剛性を補うためにこの薄膜に取り付けられる補強手段とを有していることを特徴とする電子管。

【請求項6】 前記陰極は、2次元の被検出光の入射位置に対応した2次元光電子を放出する光電子放出面からなり、

前記陽極は、2次元光電子が入射する前記透過型2次電子面の位置に対応して放出される2次元の2次電子が入射することにより発光する蛍光膜を有していることを特徴とする請求項5に記載の電子管。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、入射電子を2次電子増倍する透過型2次電子面及びそれに用いる電子管に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、電子管に用いられる電子増倍手段として、ダイヤモンドを用いたものが注目されている。ダイヤモンドが注目されるのは、ダイヤモンドが負の電子親和力を有して、その2次電子生成効率を高めているためである。ダイヤモンドを用いた電子増倍手段の一例として、反射型2次電子面がシン・ソリッド・フィルムズ (Thin Solid Films) 253 (1994) 151に報告されている。すなわち、Mo, Pd, Ti又はAlN等の基板上に、その最表面を水素終端して形成された多結晶ダイヤモンド薄膜が形成され、その2次電子放出効率を向上させている。また、反射型2次電子面に1次電子が入射することにより、反射型2次電子面の最表面の水素終端が脱離し、その2次電子放出効率が低下する。このため、

反射型2次電子面を $1 \times 10^{-6}$  Torr程度の水素雰囲気中で比較的安定に動作させている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】上に述べた反射型2次電子面では、1次電子が入射する面と2次電子が放出される面が同じである。このため、1次電子が2次元状に分布して2次電子面に入射したとき、2次電子面から2次電子が同様に2次元状に分布して放出されても、その2次元分布の情報を保ったまま信号として取り出すことは、電子源と2次電子面と陽極との幾何学的配置から本質的に不可能である。したがって、このような反射型2次電子面の場合は位置検出をすることができない。

【0004】そこで、本発明は、高い2次電子生成効率を備えると共に位置検出もできる透過型2次電子面及び電子管を提供することを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明の透過型2次電子面は上記目的を達成するためになされたもので、ダイヤモンド又はダイヤモンドを主成分としたものからなる薄膜と、薄膜の剛性を補うためにこの薄膜に取り付けられる補強手段とを有している。2次電子放出効率の高いダイヤモンドを薄膜にすることによって、2次電子増倍により生成される電子はその薄膜を効率よく透過できるようになる。

【0006】また、かかる薄膜は大量生産及び生産コストの面から、多結晶又はポーラス状の各々独立した粒子の集合体からなるのが望ましい。

【0007】また、補強手段が薄膜の周縁部に取り付けられた補強枠である場合、薄膜の剛性を十分に補う。

【0008】本発明の電子管では、電子が放出される陰極と、陰極に対して正の電圧が保持された陽極と、陰極と陽極との間に配置され、陰極から放出される電子を2次電子増倍するための透過型2次電子面と、陰極、陽極及び透過型2次電子面を収容するための気密容器とが備えられており、透過型2次電子面はダイヤモンド又はダイヤモンドを主成分としたものからなる薄膜と、薄膜の剛性を補うためにこの薄膜に取り付けられる補強手段とを有していることを特徴としている。この構成では、陰極からの放出された2次元電子を透過型2次電子面によって効率よく2次電子増倍して、陽極に入射させることができる。

【0009】また、陰極が2次元の被検出光の入射位置に対応した2次元光電子を放出する光電子放出面からなり、陽極が、2次元光電子が入射する前記透過型2次電子面の位置に対応して放出される2次元の2次電子が入射することにより発光する蛍光膜を有していれば、被検出光が画像化されうる。

## 【0010】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。なお、図中、同

一又は相当部分には同一符号を付すこととする。

【0011】図1には本発明が適用される電子管が示されており、2次元の微弱光を画像増強して検出できるようにした画像増強管10である。内部が減圧された気密容器12には、被検出光を内部に入射させるための入射窓14と、増強された被検出光を外部に出射させるための検出窓16とが対向配置して備えられている。入射窓14の内面には光電子放出面からなる陰極18が形成され、検出窓16の内面には蛍光体（蛍光膜）22を塗布したガラス面板24で構成された陽極20が設けられて

いる。陽極20の側面部にはステムピン26a、26bの一端が接続され、その他端は気密容器12を貫通して外部に延びている。また、ステムピン26a、26bはハーメチックガラス28によって気密容器12に対して固定されているので、陽極20が固定される。このステムピン26a、26bを介して、陰極18に対して所定の正電圧が陽極20に印加されるようになる。

【0012】陰極18と陽極20との間には透過型2次電子面30が配置されている。本実施形態の透過型2次電子面30には、図1及び図2に示されるように、負の電子親和力を有する円形状の多結晶のダイヤモンド薄膜32が、大量生産及び生産コストの観点から備えられている。このとき、ダイヤモンド薄膜32は2次電子の平均自由行程以下の膜厚を有しているのが望ましいのであるが、その平均自由行程はダイヤモンド薄膜32の結晶性に強く依存する。

【0013】一方では、ダイヤモンド薄膜32それ自体が機械的な強度を備えた膜厚を有していることも必要である。そして、その機械的強度はダイヤモンド薄膜32の結晶性、ダイヤモンド薄膜32に含まれる非ダイヤモンドの割合、ダイヤモンド薄膜32の密度或いは電子放出面の面積に依存する。したがって、ダイヤモンド薄膜32の膜厚は、ダイヤモンド薄膜32を成膜する際の諸条件を勘案して得られた膜質によって決定すべきである。

【0014】さらに、本実施形態ではダイヤモンドが薄膜状のものであるため、その剛性が低く変形したり、破損しやすい。そこで、ダイヤモンド薄膜の周縁には、例えばモリブデン（Mo）からなる円環状の金属製の補強枠34がその薄膜を挟持して取り付けられ、ダイヤモンド

薄膜32の低い剛性を補っている。

【0015】図示実施形態では、ステムピン38a、38bが、気密容器12を貫通して延びた状態で、ハーメチックガラス28によって気密容器に対して固定されている。また、このステムピン38a、38bにはその上端において、挟持部36a、36bが備えられ、補強枠34の周縁部を挟持している。これにより、透過型2次電子面30が陰極18及び陽極20の間に固定して配置される。また、このステムピン38a、38bを介して、好適には、透過型2次電子面には陰極に対して数1

00V～数1000Vの正電圧が印加され、陽極に対しては数100V～数1000Vの負電圧が印加されるようにしている。

【0016】透過型2次電子面30を作製するためには、図示されないが、マイクロ波プラズマ化学気相堆積（以下「マイクロ波プラズマCVD」という。）法が用いられる。まず、マイクロ波プラズマCVD装置の堆積チャンバ内に市販のSi基板を配置させる。このSi基板を用いたのは品質が安定しているため、ダイヤモンド薄膜を作製する上で有利であるからである。つぎに、励起ガスとしての水素を堆積チャンバ内に導入するときにマイクロ波によってプラズマ状態にする。

【0017】この状態で、ダイヤモンド薄膜の原料であるメタン（ $\text{CH}_4$ ）を堆積チャンバ内に導入させると、堆積チャンバ導入口付近で水素イオンにより $\text{CH}_4$ が解離する。 $\text{CH}_4$ が解離して得られたカーボンはダイヤモンド型の結晶構造を有しながらSi基板上に堆積するので、このとき、例えば膜厚が約6 $\mu\text{m}$ のダイヤモンド薄膜を成膜させる。

【0018】ここでは、基板をSiとしたため、大面積で均一なダイヤモンド薄膜が形成可能である。なお、ダイヤモンド薄膜の成膜の際に、ジボラン（ $\text{B}_2\text{H}_6$ ）も合わせて導入して、ダイヤモンド薄膜をホウ素（B）をドーピングした導電型がp型のものにしてもよい。Bのドーピングは必ずしも必要不可欠なものではないが、実験結果によれば、Bのドーピングを行わないものに比較してBのドーピングを行ったものは、特に高い加速電圧で用いた場合により2次電子生成効率が高くなっている。それを成膜した後に、Si基板はフッ酸+硝酸（ $\text{HF}+\text{HNO}_3$ ）混合溶液でエッチング除去され、ダイヤモンド薄膜が得られる。このダイヤモンド薄膜の周縁を接着剤（図示せず）を介してMoからなる補強枠に接着させるより、ダイヤモンド薄膜が機械的に挟持される。

【0019】図1の画像増強管10に2次元の被検出光（ $h\nu$ ）が入射窓14に入射すると、1次電子たる光電子（ $e^-$ ）が2次元の被検出光に対応した2次元光電子像となって陰極18の下面から放出される。ステムピンによって透過型2次電子面30に陰極18に対して所定の電圧が印加されているので、2次元光電子像は加速して透過型2次電子面に入射する。

【0020】このように入射した2次元光電子像を構成する光電子は、図6に示されるように、膜厚が均一なダイヤモンド薄膜32内でエネルギーを失って電子-正孔対を作り、2次電子が増倍生成される。このとき、ダイヤモンド薄膜32は負の電子親和力を有しているために、2次電子生成効率は高い。このような2次電子は、ダイヤモンド薄膜32が多結晶からなるために主として結晶粒界を通過して下面まで効率的に移動する。また、2次電子は光電子の入射位置に対応して、ダイヤモンド薄膜の下面から実用上問題とならない数 $\mu\text{m}$ の広がり度、図6

の矢印のように一様に放出される。したがって、この透過型2次電子面32は位置検出が可能となり、2次元光電子像に対応して増倍生成された2次電子像が透過型2次電子面の下面から放出される。

【0021】陽極20には透過型2次電子面30に対して上に述べたような正の電圧が印加されているので、2次電子像は陽極20へ入射する。入射により失われる運動エネルギーでもって蛍光体22が蛍光を発するので、2次電子像に対応した2次元画像が検出窓16から観察可能となる。したがって、本実施形態の透過型2次電子面30を用いることにより、2次元の微弱な被検出光に対応した2次元画像が効率よく増強された状態で得られるようになる。

【0022】なお、上記実施形態の透過型2次電子面30を構成する多結晶のダイヤモンド薄膜32はポーラス状に形成されて、2次電子をより効率よく放出させてもよい。このようなダイヤモンド薄膜32を作製するためには、第1実施形態と同様に、Si基板上にマイクロ波プラズマCVD法が用いられる。この方法では、成膜条件によって、例えば成膜時の水素ガスの圧力により、ダイヤモンド薄膜の密度はある程度制御可能であり、その圧力を比較的高くすれば、比較的密度が低いいわゆるポーラス状の多結晶ダイヤモンド薄膜が得られる。

【0023】このとき得られたダイヤモンド薄膜32は各々独立した粒子の集合体と実質的にみなすことができる。したがって、このダイヤモンド薄膜32自体の機械的強度が弱くなるので、上記よりも厚い薄膜32にして作製される必要がある。

【0024】なお、ポーラス状のダイヤモンド薄膜32を作製する方法は上記に限定されず、例えば微粒子状の粒状の単結晶ダイヤモンドを焼結する方法によって、かかるダイヤモンド薄膜32を作製してもよい。

【0025】また、補強枠34はダイヤモンド薄膜の周縁部を挾持した第1実施形態に限定されない。すなわち、図3及び図4に透過型2次電子面の第2実施形態が示されるように、上記多結晶ダイヤモンド薄膜32の上周縁部に、Siからなる環状の補強枠34が取り付けられて、その剛性を補ってもよい。

【0026】この多結晶ダイヤモンド薄膜32に補強枠34取り付けした透過型2次電子面を作製するためには、Si基板上にマイクロ波プラズマCVD法により緻密な多結晶ダイヤモンド薄膜を成膜した後に、Si基板の周

縁部をフォトリソ等でマスクする。つぎに、Si基板をHF+HNO<sub>3</sub>混合溶液でSi基板の中央部分をエッチング除去することにより、かかる透過型2次電子面が作製される。

【0027】なお、第2実施形態の透過型2次電子面30の補強枠34によって支持・補強されるダイヤモンド薄膜32はポーラス状のものでよいことはもちろんである。

【0028】また、上記実施形態ではダイヤモンド薄膜32が円形状のものであり、補強枠34が円環状であったが、本発明はこれに限られるものではなく、他の形状、例えば矩形状のものでよい。また、透過型2次電子面30の補強枠34は、図5にその斜視図が示されるように、格子状のもので構わない。このような形状のものは最近のリソグラフィー技術により任意の大きさ、形状のものが作製可能である。

【0029】さらに、上に述べた透過型2次電子面は多結晶ダイヤモンド薄膜又はポーラス状の多結晶ダイヤモンド薄膜であったが、その一部は単結晶、グラファイト又はダイヤモンドライクカーボンでもよい。

【0030】

【発明の効果】本発明の透過型2次電子面及び電子管によれば、2次電子生成効率の高いダイヤモンドを薄膜にして透過型2次電子面が形成されることにより、位置検出できる。このため、この透過型2次電子面を備えた電子管は微弱光の画像増強が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の透過型2次電子面及び電子管の第1実施形態を概略的に示した側断面図である。

【図2】図1の線A-Aについての端面図である。

【図3】本発明の透過型2次電子面及び電子管の第2実施形態を概略的に示した側断面図である。

【図4】図3の線B-Bについての端面図である。

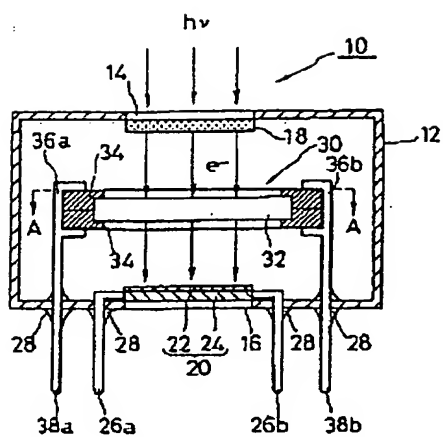
【図5】本発明の透過型2次電子面の第3実施形態を概略的に示した斜視図である。

【図6】本発明の透過型2次電子面における2次電子放出過程を拡大模式的に示した断面図である。

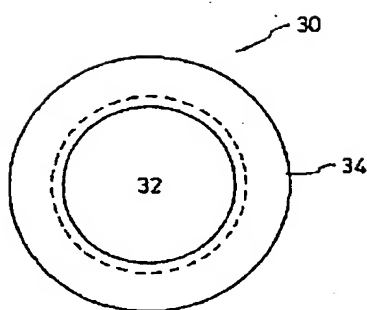
【符号の説明】

10…画像増強管、12…気密容器、18…陰極、20…陽極、22…蛍光体、26a、26b…STEMピン、30…透過型2次電子面、32…ダイヤモンド薄膜、34…補強枠、38a、38b…STEMピン。

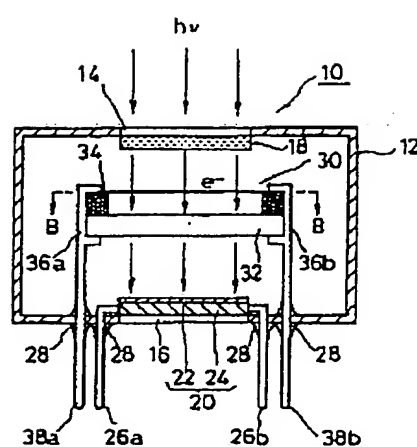
【図1】



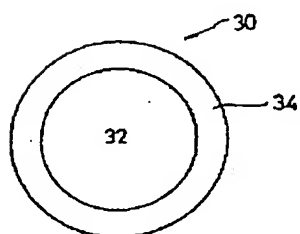
【図2】



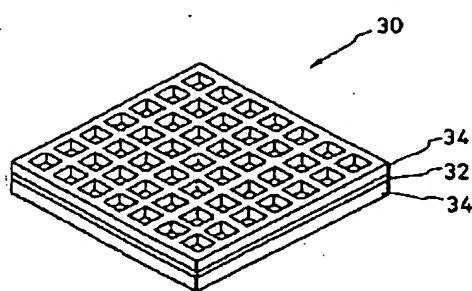
【図3】



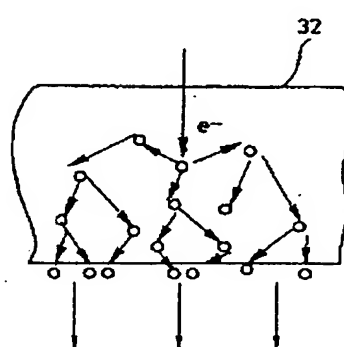
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72) 発明者 山田 正美  
 静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ  
 トニクス株式会社内